

公開実用 昭和59—134006

⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 実用新案出願公開

⑪ 公開実用新案公報 (U)

昭59—134006

⑫ Int. Cl.³

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和59年(1984)9月7日

G 01 B 11/02

7625—2F

G 01 D 5/30

7905—2F

審査請求 未請求

(全 頁)

⑭ 光学式機械量測定装置

武蔵野市中町2丁目9番32号株
式会社横河電機製作所内

⑮ 実 願 昭58—26179

⑯ 考 案 者 山崎大輔

⑰ 出 願 昭58(1983)2月24日

武蔵野市中町2丁目9番32号株
式会社横河電機製作所内

⑰ 考 案 者 植田敏嗣

⑰ 出 願 人 横河北辰電機株式会社

武蔵野市中町2丁目9番32号株

武蔵野市中町2丁目9番32号

式会社横河電機製作所内

⑰ 考 案 者 荻田英治

⑰ 代 理 人 弁理士 小沢信助



明 細 書

1. 考案の名称

光学式機械量測定装置

2. 実用新案登録請求の範囲

- (1) 光源からの可干渉光を被測定機械量を与えられるターゲットに照射し、そこからの拡散光によって作られるスペックルパターンの移動から前記被測定機械量を知るようにした装置において、

前記ターゲットの拡散面を再帰性反射物体で覆うとともに、この再帰性反射物体上に規則的に配列する模様を施したことを特徴とする光学式機械量測定装置。

- (2) 規則的模様の配列ピッチを抽出空間周波数のピッチに相当するように選定した実用新案登録請求の範囲第1項記載の光学式機械量測定装置。

3. 考案の詳細な説明

本考案は、光源からの可干渉光を被測定機械量を与えられるターゲットに照射し、そこからの拡

(1)

実開59-13400 6



散光によって作られるスペクトルパターンの移動から機械量を知るようにした光学式機械量測定装置に関するものである。更に詳しくは、本考案は、照射された光を拡散するターゲットの拡散面を工夫し、被測定機械量を確実に測定できるようにした光学式機械量測定装置に関するものである。

本考案に係る装置は、ターゲットの拡散面を再帰性反射物体で覆うとともに、この再帰性反射物体上に規則的な模様を施した点に特徴がある。

第1図は、本考案装置に用いられるターゲットの一例を示す構成斜視図、第2図はターゲット表面の一部を拡大して示す図である。

この図において、1は測定すべき変位量、変位速度、振動数等の機械量を与えられるターゲット、10はこのターゲット1の表面を覆うように取付けられた再帰性反射物体で、例えばスコッチライト（登録商標）が使用される。11はこの再帰性反射物体10上に取付けられたガラス板で、その表面には第2図に示すように円形の不透明部分が規則的に配列する模様12が形成されている。このような



規則的模様は、ガラス板11に、例えばエマルジョンマスクして形成できる。ここで、模様12(ここでは円形の不透明部分)のピッチPは、抽出しようとする空間周波数に相当するピッチ(例えば $p = 172.8 \mu\text{m}$)に選定される。

第3図は、再帰性反射物体10上に施される規則的な模様の他の例を示す説明図である。この例では、空間周波数のピッチPで不透明縞部分が格子状に配列した規則的な模様を示す。なお、ここでは、規則的模様をガラス板上に形成させたが、これを再帰性反射物体上に印刷等によって形成させてもよい。

このように構成したターゲットを用いた装置によれば、ターゲットが再帰性反射物体のみの場合に比較して、XYの広範囲の変位に対しても信号消滅を大きく減少させることができ、XYの測定範囲を拡大することができた。

第4図は、本考案に係る装置の一例を示す構成説明図で、ここでは3次元の各種機械量を測定できる装置を構成している。図において、4は光源



で、例えば HeNe レーザ光源が使用され、ここから可干渉な光が出射される。41, 42 はレンズで、光源 4 から出射した光を拡げて平行光とするビームエクスパンダ BX を構成している。21 は第 1 の偏光ビームスプリッタ（以下 PBS と略す）で、ビームエクスパンダ BX を通って入射する光源 4 からの光ビームを、2 方向に分割する。22 は第 2 の PBS で、第 1 の PBS に対して 45° 回転して設置されており、ここに入射する 2 種の光を干渉させて縞を作る役目をしている。31, 32 はそれぞれ焦点距離が f_1 , f_2 のレンズ、30 はレンズ 31 と 32 との間であって、レンズ 31 から f_1 、レンズ 32 から f_2 の距離に設置した絞り板で、これには、径 d の透孔が設けられている。1 は第 1 図に示したような構成の拡散面を有するターゲットで、レンズ 32 から l （ l はイメージセンサ上にターゲットの像が結ぶ距離付近がよい。）だけ離れて設置されており、これには、例えば図示のように x, y, z 方向の 3 次元の測定機械量を与えられる。51 はレンズ 32 とターゲット 1 との間に設置した $\lambda/4$ 板、6 はミラーで、光源

4 の光軸 C₂ に対して僅かな角度 θ だけ傾斜して設置されており、第 1 の PBS 21 で分割された光源 4 からの光ビームが入射する。52 は第 1 の PBS 21 とミラー 6 との間に設置した $\lambda/4$ 板、7 は第 2 の PBS 22 から出射した光を受光する受光器である。

第 5 図は、この受光器 7 の受光面の構成例を示す平面図である。ここには、例えば多数個の受光素子をアレイ状に配列して構成される CCD などのイメージセンサ 71, 72 を、受光素子の配列方向が互いに直交するように設置して構成してある。

第 6 図は第 4 図装置において、電気的な回路を示す構成ブロック図である。この図において、70 は、例えば CCD で構成された各受光器 71, 72 を駆動するクロック発振器で、例えば周波数 f_c のクロック信号を各受光器に印加している。81, 82 は各受光器 71, 72 からの出力周波数信号 f_x, f_y を入力し、これと参照周波数信号 f_{R1} とをミキシングするミキサ、83 は受光器 71 からの周波数信号 f_x を入力し、これと参照周波数信号 f_{R2} とをミキシングするミキサ、91, 92, 93 はそれぞれ対応するミキ



サからの出力信号のなかの特定の周波数信号を通
過させるローパスフィルタ、61, 62, 63 はそれぞ
れローパスフィルタ 91, 92, 93 からの周波数信号
を計数するカウンタ、6 は各カウンタ 61, 62, 63
からの計数信号 f_1, f_2, f_3 を入力する演算回路で、
この演算回路としては、例えばマイクロプロセッ
サが使用される。60 は表示装置で、例えば CRT が
使用され、演算回路 6 での演算結果を表示する。

このように構成した装置の動作は次の通りであ
る。光源 4 から出射された波長 λ の光は、ビーム
エクスペンダ BX で拡げられ、平行光となって第 1
の PBS 21 に入射する。ここに入射した光のうち、
入射面に対して振動方向が平行な光成分 (P 波)
は、ここを通過し、レンズ 31、絞り板 30、レンズ
32 及び $\lambda/4$ 板 51 を経てターゲット 1 の拡散面に平
行光となって照射される。ターゲット 1 の拡散面
に照射された平行光は、この拡散面の凹凸や規則
的模様によってランダムな位相変調を受けて反射
し、この反射光は、再び $\lambda/4$ 板 51、レンズ 32、絞
り板 30、レンズ 31 を通って戻り、第 1 の PBS 21 に

(6)



入射する。ここで、レンズ31，絞り板30，レンズ32は、ここを通過する光の空間周波数を下げるローパスフィルタとして機能しており、必ずしも必要でない。第1のPBSに再入射する光は、 $\lambda/4$ 板51を2度通過したので、 90° 偏波面が回転してS波となっており、このPBS 21で反射して、第2のPBS 22に入射する。一方光源4から第1のPBS 21に入射した光のうち、S波成分は、ここで反射し、 $\lambda/4$ 板52を通過して、ミラー6で反射し、再び $\lambda/4$ 板52を通過して、第1のPBS 21に再入射する。この光はP波となっており、このPBS 21を通過して、第2のPBS 22に参照光として入射する。第2のPBS 22は、第1のPBS 21に対して 45° 回転して置かれており、ここで、互いに偏波面が 90° 異なるターゲット1からの反射光と、光源4からミラー6で反射してくる参照光とのうち、第7図に示すように 45° 成分のものが透過し、受光器7上に干渉縞がつくられる。なお、第2のPBS 22は、偏光板を用いてもよい。

第8図は、受光器7上に得られたパターンの一



例を示す図であって、スペックルパターンSPに、マイケルソン干渉縞が重疊したものとなる。そして、このパターンにおいて、ターゲット1が $x(y)$ 方向へ変位すると、スペックルパターンSPは第8図において、 $x(y)$ 方向に移動する。また、ターゲット1が z 方向へ変位すると、マイケルソン干渉縞MPは z 方向へ変位し、そのときスペックルパターンSPは動かない。

ここで、レンズ31, 32の距離が $f_1 + f_2$ であることと、ターゲット1に平面波が照射されるようにすれば、所謂純移動状態となり、この状態では、受光器7の受光面に得られるスペックルパターンの、平均的スペックル径は、 $(f_1 \cdot \lambda) / (\pi \cdot d)$ で与えられる。また、干渉縞の平均ピッチは $\lambda / \sin 4\theta$ で与えられ、ひとつのスペックルパターンの中には、5～10本の縞が入るように選ぶのが望ましい。したがって、レンズ32とターゲット1との間の距離 z や、レンズ31から受光器7までの距離は、純移動状態、スペックル径、干渉縞のピッチには無関係となる。

受光器 7 の各受光器 71, 72 は、一端にクロック
発振器 70 から周波数 f_c のクロック信号が印加され
て駆動されており、各受光器 71, 72 から $f_o = f_c/N$
(ただし N は受光器 71, 72 のビット数) を基本周
波数とする周波数信号 f_x, f_y が出力される。

第 9 図は、各受光器 71 から得られる周波数信号
 f_x の周波数スペクトルを示す説明図である。この
信号のパワースペクトルは、基本周波数 f_o の整数
倍の点でピークがあり、かつこれらのピークの包
絡線は f_{R2} の周波数 ($f_{R2} \gg f_{R1}$ とする) で、干
渉縞によるピークを有している。ここで、ターゲ
ット 1 が x 方向に X だけ移動すれば、 m 次高調波
に相当するピーク P_m は、その移動速度 dX/dt に比
例した f_{mx} だけ周波数シフトする。また、ターゲ
ット 1 が x 方向に移動すれば、包絡線のピークが
移動する。

第 6 図において、ミキサ 81, 82 は各受光器 71,
72 から出力される周波数信号と、周波数 f_{R1} とを
ミキシング、すなわち、ヘテロダイン検波し、各
出力をローパスフィルタ 91, 92 及びカウンタ 61,

62を介することによって、例えば m 次高調波に相当するピーク P_m の、ターゲット 1 の $x(y)$ 方向変位に伴う周波数シフト Δf_{mx} , (Δf_{my}) に対応した信号をそれぞれ得る。演算回路 6 は、これらの信号を入力し、所定の演算、例えば積分演算することによって、ターゲット 1 の x , y 方向の変位量 X , Y を知ることができる。同じように、ミキサ 83 は、受光器 71 から出力される周波数信号と、周波数 f_{R2} とをミキシングし、ローパスフィルタ 93, カウンタ 63 を介することによって、包絡線のピークのシフト Δf_z に対応した信号を得る。演算回路 6 は、この信号を入力し、所定の演算をすることによって、ターゲット 1 の z 方向の変位量 Z を知ることができる。なお、 Δf_{mx} , Δf_{my} , Δf_z は、いずれもターゲット 1 の移動方向に応じて正、負に極性が変わることから、移動方向の判別も同時にできる。

このように構成される装置は、ひとつの光源からのビームによって 3 次元の変位が同時に測定できるもので、全体構成を簡単にできる。また、各受光器から得られる信号は周波数信号であること

から、演算処理が容易であり、高分解能で各種機械量を測定することができる。

なお、第4図の実施例において、ミラー6は、入射光と反射光とが 4θ 傾くものならば、他の構成、例えば、頂角が $\pi/2 + 4\theta/2$ のプリズムやキューブコーナーを用いてもよい。また、ここでは、受光器71, 72としてCCDのようなイメージセンサを用いることを想定したが、空間フィルタを組合せたようなパターン検出器を用いてもよい。

なお、上記の説明では、第4図に示すように構成した装置に適用した場合であるが、ターゲットからの拡散光によって作られるスペckルパターンの移動からターゲットに与えられる機械量を知る装置におけるターゲットに広く適用できる。

以上説明したように、本考案によれば各種の機械量を広い範囲で、確実に測定できる装置が実現できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本考案装置に用いられるターゲットの一例を示す構成斜視図、第2図及び第3図はター



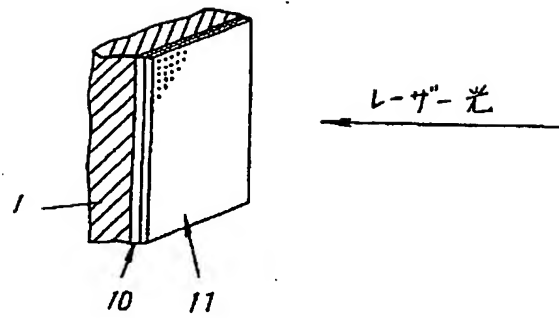
ゲット表面の一部を拡大して示す拡大図、第4図は本考案に係る装置の一例を示す構成説明図、第5図は第4図装置に用いられている受光器の構成説明図、第6図は電気的な回路を示す構成ブロック図、第7図は受光器に照射される光の偏波面の説明図、第8図は受光器の受光面につくられるパターンの一例を示す説明図、第9図は受光器から得られる信号の周波数スペクトルを示す説明図である。

1 … ターゲット、10 … 再帰性反射物体、11 … ガラス板、12 … 規則的模様、4 … 光源。

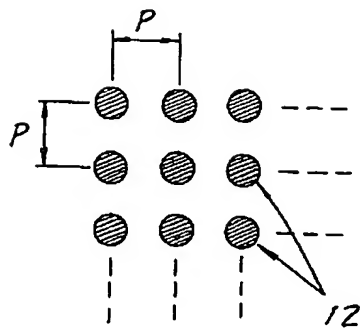
代理人 弁理士 小 沢 信 助



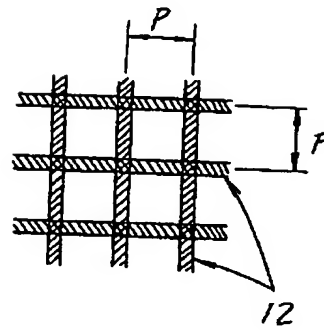
第 1 図



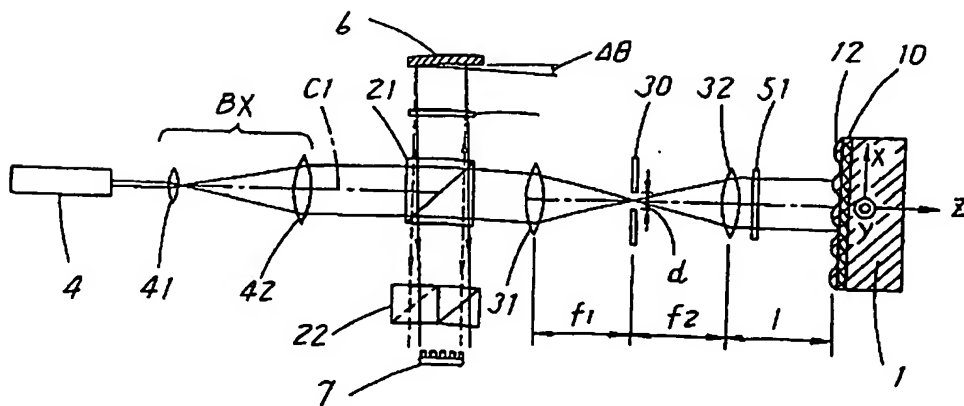
第 2 図



第 3 図



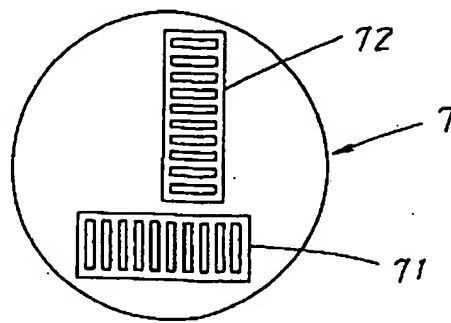
第 4 図



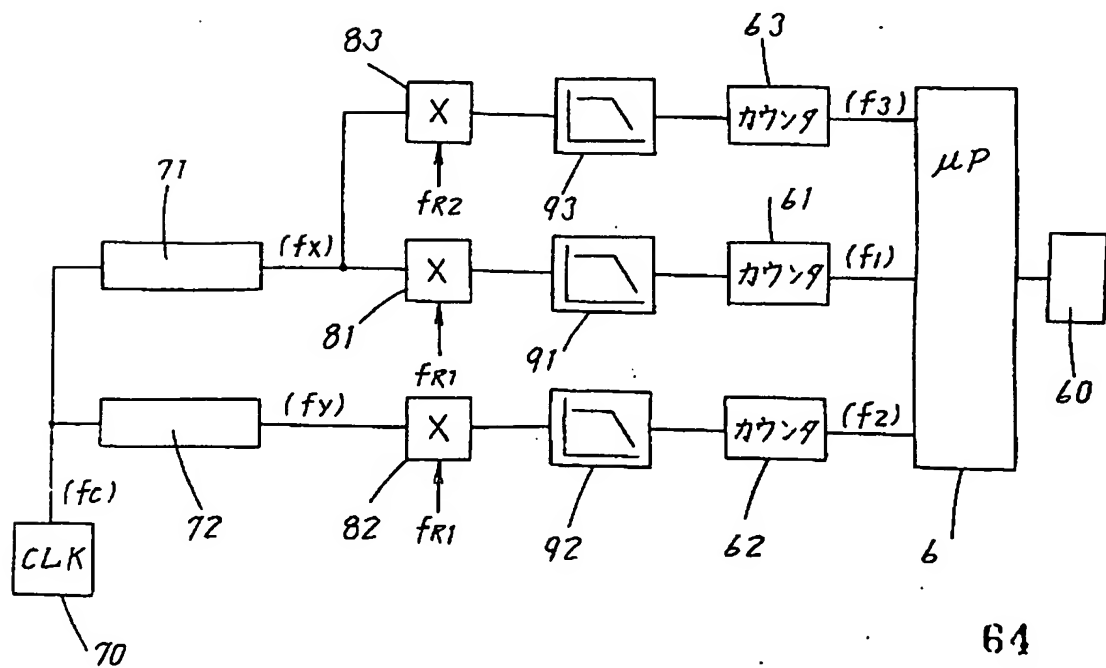
63

実開 59-13400 6

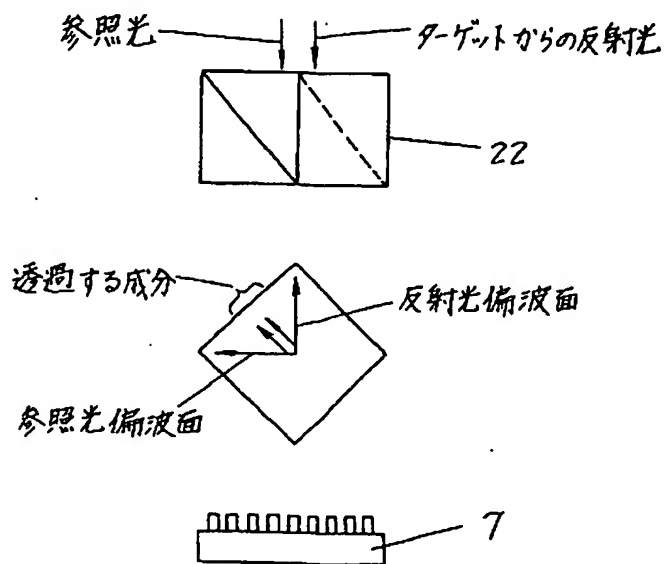
第 5 図



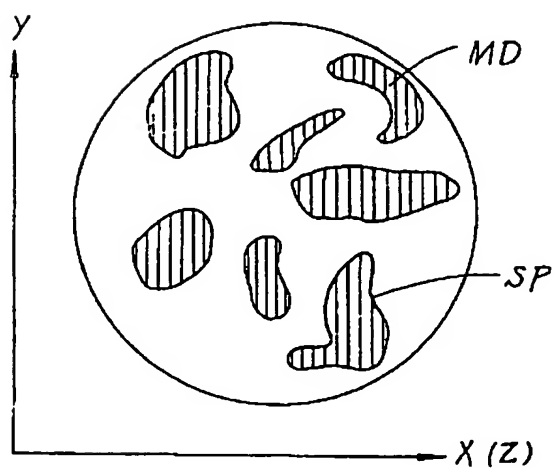
第 6 図



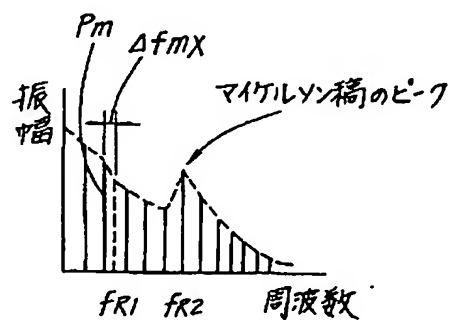
第 7 図



第 8 図



第 9 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.